Münster 1935 Nr 84 Med DiSS

Aus der staatl. gewerbe-hygienischen Forschungs-Abteilung
des Hygienischen Instituts der Westf. Wilhelms-Universität
zu Münster
(Direktor Prof. Dr. K. W. Jötten).

Zur Frage der Staubbestimmungen in Bergwerksbetrieben

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Medizinischen Fakultät der Westf.

Wilhelms-Universität zu Münster i. Westf.

vorgelegt von

Heinrich Horstmann

aus Linden-Ruhr.

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.

1934

Dekan: Prof. Dr. Esch

Referent: Prof. Dr. Jötten.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Münster (Westf.).

„Eine genaue Untersuchung der Gewerbeluft sowohl nach der qualitativen als auch nach der quantitativen Seite hin ist ein dringendes Erfordernis der Gewerbehygiene." (J ö t t e n.) Dabei kommt es in erster Linie auf das Erfassen der kleinen gefährlichen Staubteilchen an, die in die Lunge gelangen und dort die Staublungenerkrankung hervorrufen bzw. der Tuberkulose den Boden bereiten. Um aber zu einigermaßen sicheren Ergebnissen zu kommen, ist ein genau arbeitendes Staubmeßinstrument notwendig, das nicht nur im Laboratorium, sondern vor allem den Ansprüchen der Praxis genügt, d. h. wissenschaftlich sicher arbeitet und doch von einfacher Handhabung ist. Mit welcher Schwierigkeit diese Forderung verknüpft ist, zeigt die große Anzahl der angegebenen Staubmeßmethoden.

Im folgenden soll auf einige Methoden zur Staubbestimmung näher eingegangen werden. Man unterscheidet: Verfahren mit spontaner Ablagerung, Aufprallverfahren, Kondensationsverfahren, Auswaschmethoden und Filtrationsmethoden.

Die einfachste Art zur Feststellung der Staubmenge in der Luft ist das spontane Sichabsetzenlassen der Staubpartikelchen auf Papierbogen, Glasplatten, Schalen in horizontaler bzw. vertikaler Lage (L i e f m a n n). Der so gewonnene Staub eignet sich wohl zur mikroskopischen und chemischen Untersuchung, jedoch ist eine quantitative Bestimmung über den wirklichen Staubgehalt der Luft unmöglich. Es ist selbstverständlich, daß sich die schweren Teilchen auf die Fläche absenken, während die leichteren durch die Luftströme in der Schwebe gehalten bzw. abgetrieben werden. Weiter spielt für die Schwebedauer der Staubpartikel die Feuchtigkeit und elektrische Ladung der Luft eine bedeutende Rolle. Bei verschiedenen Staubsorten müssen sich natürlich noch größere Schwankungen ergeben.

Von den Aufprallverfahren sei nur das **Konimeter** und seine verschiedenen Konstruktionen erwähnt. Das Original-Konimeter nach Kotzé besteht aus einer mittels Feder arbeitenden Saugpumpe, die 5 ccm Luft faßt und die angesaugte Staubluft durch eine 0,6 mm weite Oeffnung auf ein mit Vaseline eingefettetes Glasplättchen schleudert, das in einer Entfernung von 0,5 mm vor der Kanalöffnung angebracht ist. Eine Verbesserung des Instrumentes ist das Zirkular-Konimeter nach Boyd-Devérs. Es hat ein Fassungsvermögen von 10 ccm und erlaubt, 29 Proben hintereinander vorzunehmen. Mavrogordato benutzte ein Instrument, das sogar 60 Proben Platz gewährte. Das Konimeter nach Flügge de Smidt-Zeiß ist insofern vollständiger, als es ein Mikroskop trägt, das sogleich eine Staubauszählung ermöglicht. Neben den Vorteilen, die sich besonders in der Handlichkeit und leichten Handhabung zeigen, bestehen auch Nachteile. Man ist auf Durchschnittswerte angewiesen, weiter ist eine Verwendung des Konimeters bei zu starker bzw. zu schwacher Staubentwicklung nicht möglich. Bei mehr als 600—800 Partikelchen ist die Auszählung schwierig. Zudem ist eine gravimetrische Bestimmung unmöglich.

Eine Kombination des Aufprallverfahrens und des Prinzipes der Kondensation ist der Staubzähler nach Owens. Dieser besteht aus einer Saugpumpe von 50 ccm Fassungsvermögen, die senkrecht mit einem Metallrohr verbunden ist. Bei Versuchsbeginn wird dieses Rohr mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet. In dem Verbindungsstück befindet sich eine spaltförmige Oeffnung von 10 mm Länge und 0,1 mm Breite, hinter der in 1 mm Entfernung ein Deckgläschen angebracht ist. Durch die Betätigung der Luftpumpe tritt infolge der plötzlichen Druck- und Temperaturerniedrigung in dem einstreichenden Luftstrom Wasserdampfkondensation an den Stäubchen ein. Diese werden durch den Spalt auf das Deckgläschen geschleudert und bleiben nach Verdunstung der Flüssigkeit auf ihm haften. Mittels eines Spezialmikroskopes kann man die Staubteilchen auszählen und ihre Größe bestimmen. Auch dem Owen'schen Staubzähler haften mancherlei Versuchsfehler an. Zunächst wird ein unkontrollier-

bare Luftmenge infolge des manuellen Pumpenbetriebes durchgesogen, da eine Gleichmäßigkeit der Handhabung nicht garantiert werden kann. Weiterhin besteht die Gefahr, daß durch den Rückstoß des Pumpenstempels Staubteilchen wieder von dem Glasplättchen abgeblasen werden. Zudem ist schon bei mäßig staubreicher Luft eine Auszählung der Stäubchen unmöglich, da diese sich vielfach gegenseitig decken. Ebenso macht sich die unregelmäßige Verteilung der Staubpartikelchen und die Unterbrechungen des Staubbandes infolge Verlegung des Kammerspaltes durch gröbere Teilchen beim Auszählen störend bemerkbar, so daß der Owens ebenfalls bei dichten Staubwolken versagt.

Nach dem Prinzip der Auswaschmethoden sind konstruiert der Waterspray-Staubmesser nach Palmer und der „Impinger" nach Greenburg und Smith. Der Apparat, der von Palmer aus Newyork herausgebracht ist, setzt sich zusammen aus einem birnenförmigen Gaskolben von ungefähr 40 cm Länge und 12 cm größtem Durchmesser, einem Ventilator („Venturi-Meter") und einer elektrisch betriebenen Saugpumpe. Die zu untersuchende Staubluft wird durch Aqua dest. geleitet, wobei das Wasser in den Glaskolben versprayt wird. Die feinen Tröpfchen umgeben die Staubpartikel und waschen sie aus der Luft aus. Das den Staub enthaltende Wasser wird durch ein Sieb von 50 μ Maschenweite filtriert, die in einem ccm enthaltenen Staubteilchen ausgezählt und die im übrigen Wasser noch enthaltene Staubmenge gewichtsanalytisch bestimmt. Man kann auch nach Beendigung des Versuches das staubenthaltende Wasser in einen Erlenmeyerkolben entleeren, die Birne sorgfältig mit destilliertem Wasser ausspülen und letzteres der Probe hinzufügen. Die resultierende Flüssigkeitsmenge wird sodann zum Vergleiche mit Standardflüssigkeiten bis zu 100 ccm aufgefüllt.

Der „Impinger" besteht aus einer manuell oder elektrisch betriebenen Pumpe, einem Anemometer und einer Glasflasche von 500 ccm Inhalt, die bei Versuchsbeginn etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt wird. Die Flasche wird mit einem Gummistopfen geschlossen, durch den ein kurzes Glasrohr und die sog. Impinger-

röhre eingeführt werden. Das Glasrohr steht mit dem Luftstrommesser und der Pumpe in Verbindung, während an dem unteren Ende der Impingerröhre eine kleine Bronzeplatte in einer Entfernung von 5 mm vor der Austrittsöffnung des Luftstromes angebracht ist. Während der Probeentnahme stößt die Luft gegen die feuchte Platte, gibt die Staubteilchen an das Wasser ab und entweicht durch das kurze Rohr. Nach Beendigung des Versuches wird die Impingerröhre mit Wasser ausgespült und die Spülflüssigkeit dem Versuchswasser hinzugefügt. Auch hier erfolgt die Analyse nach optischen, gravimetrischen und chemischen Methoden. Es ist ersichtlich, daß das Auswaschverfahren insofern ungenaue Resultate ergeben muß, als die wasserlöslichen Staube der Bestimmung entgehen und kleine Staubmengen wohl gar nicht erfaßt werden. Nach Meldau ist grundsätzlich gegen die vorerwähnten Methoden einzuwenden, daß feinste Teilchen relativ mächtige Gashüllen adsorbieren, sich daher dem Wasser gegenüber wie Gasblasen verhalten und sich nicht benetzen lassen. Dagegen helfe auch die Versprengung der Flüssigkeit in feinste Tröpfchen nicht; „denn je kleiner dieselben würden, umso größer sei die Oberflächenspannung und umso geringer die Möglichkeit für fast gewichtslose Staubteilchen, diese Oberflächenspannung zu überwinden". (Meldau cit. nach Heymann.)

Die Technik der Filtrationsverfahren ist verhältnismäßig einfach. Daher erklärt es sich, daß sie die größte Verwendung gefunden haben. Hier wären zu nennen der Filterapparat nach Ascher, der Aspirator von Martin Hahn, die amerikanische Zuckerröhrchenmethode und die Staubbestimmungsapparatur nach Jötten-Sartorius. Das Ascher'sche Instrument besteht aus einem großen Metallcylinder, der einen zweiteiligen Lederbalg enthält. Dieser saugt mittels Hand- oder Maschinenbetrieb die Luft durch einen oben angebrachten Trichter mit eingespanntem Papierfilter. Die Ansauggeschwindigkeit kann an einem Literzählwerk abgelesen und gleichmäßig gestaltet werden. Es folgt dann die gewichtsanalytische Bestimmung der Staubmenge durch vor- und nachherige Wägung des Filters.

Der elektrisch betriebene Metallpumpenapparat nach M. Hahn besteht aus einem Aspirator und einer zweizylindrigen Pumpe mit Zählwerk. Als Filtermaterial wird Kollodiumwatte verwendet, die in ein Glasröhrchen fest hineingedrückt wird. Durch dieses Röhrchen wird die zu untersuchende Luft hindurchgesogen. Es ist bei diesem Verfahren wie bei dem von Ascher möglich, eine gravimetrische, mikroskopische und chemische Untersuchung vorzunehmen.

Eine Methode, die noch heute in den südafrikanischen Bergwerken neben dem Konimeter gebraucht wird, ist das Zuckerröhrenverfahren. Hierbei handelt es sich um ein Glasrohr, das mit fein granuliertem Zucker gefüllt ist, der als Filter dient. Die Staubluft wird mittels einer Pumpe durch das Glasröhrchen gesaugt, dann der Zucker in Wasser gelöst, und diese Lösung durch ein Sieb von 50 μ Maschenweite von den groben Partikelchen befreit. Die in 1 ccm enthaltenen Staubteilchen werden durch Auszählung bestimmt. Weiter kann die Lösung durch aschefreie Filter filtriert, der Rückstand geglüht und gewogen werden. Ein Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die wasserlöslichen Staubarten nicht bestimmt werden können, und daß es bei einem Staubgehalt von weniger als 5 mg in 1 ccm und 100 Partikelchen in 1 ccm versagt. Sodann ist bei der Beurteilung der Eigengehalt des Zuckers an staubförmigen Verunreinigungen zu beachten.

Die vorerwähnten Methoden ergeben — mit Ausnahme des Apparates von M. Hahn — infolge ihrer verschiedenen Aspirationskraft, die selbst bei Gebrauch ein und desselben Apparates bei mehreren Messungen nicht gleich zu sein braucht, keine vergleichbaren Staubwerte. Vergleichbare Staubmengenziffern lassen sich aber erzielen, wenn man stets dieselbe Standardapparatur mit gleicher Filtergröße, Filterart und stets gleichbleibender Aspirationskraft benutzt. Diese Voraussetzungen sind gegeben bei der Staubbestimmungsapparatur von Jötten, die er zusammen mit Sartorius im Jahre 1930 herausbrachte. Sie besteht aus einer Wasserstrahlluftpumpe als Aspirator, die an

Stelle von Wasser mit komprimierter Luft betrieben wird. An dem einen Schenkel der Wasserstrahlluftpumpe befindet sich (s. Abb. Ia und Ib) der Schlauch mit der in einer Filtervorrichtung

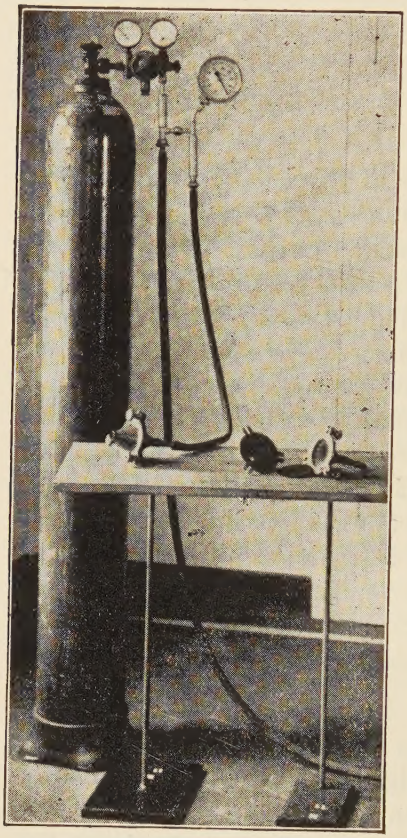

Abbildung Ia

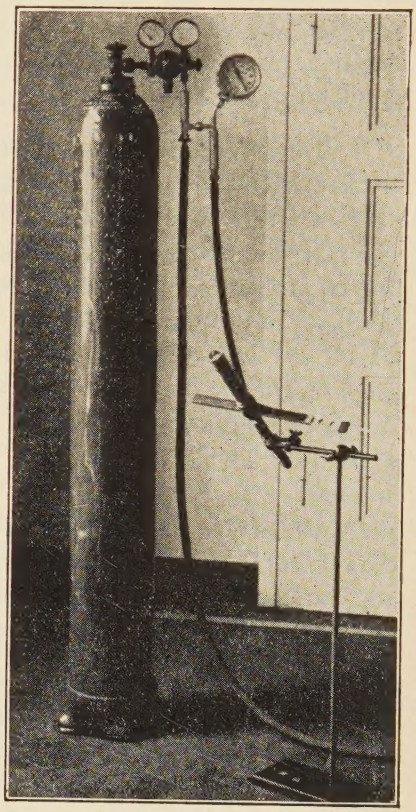

Abbildung Ib

eingeklemmten Filtrierpapierscheibe, während an dem anderen ein 5 m langer Gummischlauch angebracht ist, der die Luft ableitet. „Zur Staubbestimmung wird zunächst das Reduzierventil auf 7 Strich atü eingestellt, die Wasserstrahlluftpumpe wird an den mit der Trichtervorrichtung verbundenen Schenkel mittels eines unten angebrachten Gashahnes abgeschlossen und dann die

komprimierte Luft durchströmen gelassen. Dadurch entsteht in dem Trichterschenkel der Wasserstrahlluftpumpe ein Vacuum, das man am Vacuummeter ablesen kann. Man läßt nun aus dem Reduzierventil so viel komprimierte Luft austreten, daß sich das Vacuummeter auf 20 Strich einstellt" Wie man durch viele quantitative Messungen feststellen konnte, wurde bei einem derartigen Vacuum innerhalb einer Minute stets 20 Liter durchgesogen. Die auf dem Filterpapier vorhandene Staubmenge wird durch vor- und nachherige Wägung des Filters bestimmt.

Um auch eine Auszählung und Längenbestimmung der einzelnen Staubteilchen zu ermöglichen, wird an Stelle des Filtrierkörpers ein Kondensations- und Aufschleuderungsinstrument eingesetzt. Es besteht aus einer cylinderförmigen Röhre, die im Innern mit angefeuchtetem Filtrierpapier ausgekleidet wird. Die Staubluft wird durch diese Röhre gesogen und die darin befindlichen Staubteilchen, um die infolge der Auskleidung mit dem feuchten Papier eine Kondensation stattfindet, auf ein Deckgläschen geschleudert. Die auf diese Weise vom Staub befreite Luft wird durch eine dahinter befindliche Metallröhre abgesogen. Auf Grund der Einrichtung des Instrumentes sind beliebig viele Staubbestimmungen möglich. Der Vorteil dieses Instrumentes gegenüber Kotzé bzw. Zeiß-Jena und Owens besteht in der Verarbeitung einer größeren Menge Luftstaub aus einem genau abmeßbaren Luftquantum, das stets mit der gleichen Aspirationswirkung durch den Apparat hindurchgesogen und auf ein Deckgläschen geschleudert werden kann. Die Beurteilung der Staubmenge bzw. Staubteilchenzahl und der Größenteilchen geschieht im Mikroskop mit einer Okularnetzmikrometervorrichtung. Wie bei allen Auszählverfahren kommt es auch hier leicht zur Verklumpung der Staubteilchen, sodaß eine genaue Staubkörnchenzahl und Größenbestimmung fast unmöglich ist.

Für Staubbestimmungen in Fabriken und anderen gewerblichen Betrieben macht es keine besondere Schwierigkeit, eine mit Preßluft gefüllte Stahlflasche an den Bestimmungsort zu transportieren und dort aufzustellen. Umständlich und nicht

ganz ungefährlich ist dieses Verfahren bei Messungen unter Tage. Deshalb wurde in einigen Vorversuchen in dem Versuchsraum der Knappschaftsberufsgenossenschaft Sektion II Bochum und im Untertagebetrieb die Druckluftleitung benutzt. Da die Versuche befriedigend waren, entschlossen wir uns, eine größre Anzahl von Staubbestimmungen unter Tage zu machen, um die Methode vollwertig auszubauen. Die Apparatur ist in einem Holzkasten,

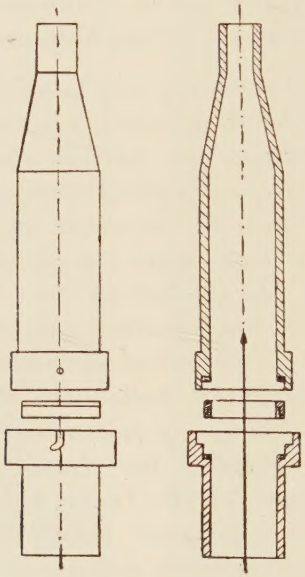

Abbildung II

der durch einen Schiebedeckel zu verschließen ist, fest montiert. In dem Kasten befindet sich neben der Wasserstrahlluftpumpe, dem Reduzierventil und dem Vacuummeter der Ansaugschlauch mit der Filtervorrichtung und der Ableitungsschlauch. Da an den Betriebspunkten der einzelnen Zechen die Anschlußgewinde der Bohrschläuche verschieden sind, so ist die Mitnahme der üblichen Anschlußnippel notwendig. Besonders ist die Neukonstruktion der Filtervorrichtung (s. Abb. II) zu erwähnen, die eine vollkommen gleichmäßige Bestaubung des Filters ermöglicht. Sie besteht aus dem zweiteiligen Filterkopf und dem Ansaugstutzen.

Das Filtrierpapier hat eine Bestaubungsfläche von 40 mm Durchmesser. Im folgenden sei kurz der Gang einer Staubbestimmung beschrieben.

In einem Exsiccator, dessen Boden mit Chlorkalcium angefüllt ist, werden die Filter getrocknet. Das Gewicht der so vorbehandelten Filter wird mittels einer analytischen Waage, in der ebenfalls Chlorkalcium untergebracht ist, festgestellt. Die abgewogenen Filter werden vorsichtig mit der Pinzette in Petrischalen gelegt, die numeriert und mit dem Gewicht des Filters versehen sind. Für den Transport der Schalen werden Behälter benutzt, die etwa 12 Petrischalen fassen. Ist man an dem Betriebspunkt angelangt, so werden zunächst der Ansaugschlauch mit geschlossenem Hahn und der Ableitungsschlauch an den Schenkeln der Wasserstrahlluftpumpe angebracht. Nach Anschluß des Apparates an die Druckluftleitung wird das Reduzierventil so weit geöffnet, daß sich das Vacuummeter auf 15 Strich einstellt. Bei

Tabelle I — Versuchsserie I

Messungen:

16. August auf Carolinenglück, 7. Sohle, Richtstrecke I Osten.

Min.-Saugdauer	Filter	Arbeit	Staub mg / cbm
5	1. Großfilter	2 Mann bohren im Schiefer mit Wasser	99,16
5	2. Großfilter	3 Mann bohren im Schiefer mit Wasser	99,16
6	3. Großfilter	wie 1 und 2, doch zeitweise nur 2 Bohrhämmer	69,23
5	4. Großfilter	wie 3	88,04
5	5. Großfilter	2 Mann bohren wie 1 — 4, doch	217,08
5	6. Großfilter	trocken wie 5 doch 3 Bohrhämmer	318,92
		Schachtabteufen 7. — 8. Sohle, 5 Mann belegt. — 186 m — 4 Hämmer bohren trocken.	
10	7. Großfilter	s. o.	1449,21
5	8. Großfilter	wie 7	1230,12
5	9. Großfilter	wie 7 und 8	830,80

einem derartigen Vacuum werden etwa 15 l Luft bei gleichmäßigem Druck in der Leitung durchgesogen. Nach vorsichtigem Einspannen des Filters in den Filterkopf und Anschluß des letzteren an den Ansaugschlauch, kann der Versuch beginnen. Man begibt sich an die Stelle, wo man den Luftstaub entnehmen will, öffnet den Hahn des Ansaugschlauches und saugt eine bestimmte Zeit. Nach Beendigung des Versuches wird das bestaubte Filter vorsichtig ausgewechselt. Bevor nun durch Wägung die Staubmenge festgestellt wird, werden die Filter wiederum 24 Stunden im Exsiccator getrocknet.

Tabelle II. Versuchsserie I

Messungen:

Am 25. August 1932 auf Carolinenglück – 7. Sohle, V. westl. Abtlg. Gesenkabteufen, 2 Mann.

Min.-Saugdauer	Filter	Arbeit	Staub mg / cbm
5	1. Großfilter	2 Hämmer bohren blasend im Schiefer	611,04
5	2. Großfilter	1 und 2 Hämmer bohren	774,52
5	3. Großfilter	ca. 2′ nach dem Bohren, dann 2 Hämmer bohren	530,64
5	4. Großfilter	ca. 3–4′, 2 Hämmer, dann 1 Hammer bohrt	809,36
5	5. Kleinfilter	2 Hämmer bohren	297,60
5	6. Kleinfilter	1 und 2 Hämmer bohren	172,80
5	7. Kleinfilter	2, dann 1 Hammer bohren	192,00
		5, 6, 7 opt. Skala über „8“.	
		7. Sohle, 6. westl. Abtlg. Aufbruchbohrloch Lütkehaus.	
		Sand	
5	8. Großfilter	1½–2 m vom Mann entfernt (knapp 20′ Vakuum) während des Bohrens	474,36
5	9. Kleinfilter	Unmittelbar nach 8. gleiche Situation	505,60
5	10. Großfilter	Richtstrecke 7. Sohle I. Osten 3 Mann 2 und 1 Bohrhammer bohren mit Wasser (alles naß), ½ m vom Mann, 2 m vom Bohrloch Schiefer	32,16

Tabelle III

Versuchsserie I

Messungen:

Am 31. 8. auf Viktoria-Lünen. 3 Sohle. 3. westl. Abtlg. Querschlag nach Süden. Sand. 3 Mann.

Min.-Saugdauer	Filter	Arbeit	Staub mg/cbm
5	1. Großfilter	1 Hammer bohrte schwach blasend.	284,8
5	2. Kleinfilter < „7“	wie bei 1.	121,6
5	3. Großfilter	wie bei 1. und 2.	458,28
5	4. Kleinfilter < „6“	beim Bohren 1 Hammer und Ausblasen der Löcher.	96,—
5	5. Großfilter	etwa 3 Minuten nach Schluß des Bohrens.	211,72

Westerholt am 2. 9. 3. Sohle, Hauptquerschlag n. Norden. Sandstein. 4 Mann vor Ort.

5	1. Großfilter	1 Hammer bohrt Sohle. Bohrloch sehr feucht.	64,32
5	2. Großfilter	1 Hammer bohrt Sohle. Bohrloch trockener als 1. ½ m vom Bohrl.	120,6
5	3. Großfilter	1 Hammer (Bohrloch trocken) bohrt Sohle.	243,88
5	4. Großfilter	1 Hammer bohrt Sohlenloch teilweise Schaumbenutzung, teilweise Bohrloch unter Wasser.	67,00
5	5. Großfilter	wie 4.	56,28

Tabelle IV — Versuchsserie I

Messungen: auf Carolinenglück

am 21. 9. 32, 7. Sohle Querschlag, 2 – 3 Mann. 1 Mann bohrt Kranz. (Wasserberieselung) Sandstein.

5′ Großfilter 3 Proben
5′ Kleinfilter 3 Proben

mit Ausnahme einer Kleinfilterprobe war die Bestaubung der Filter gravimetrisch nicht zu messen (optisch nicht bestimmt.) Eine Kleinfilterprobe ergab 1,6 mgr.

Gleichzeitig wurden Konimeterproben genommen, von denen einige Mikrophotos gemacht worden sind.

Großfilter und Kleinfilter 1—2 hauchdünner Staubbelag
Großfilter und Kleinfilter 3 ganz vereinzelte Staubpünktchen.

Consolidation I/VI am 23. 9. 32.

VIII. Richtstr. n. Osten. (Präsidenter Sand). 4 Mann vor Ort.

Min. Saugdauer	Filter	Arbeit	Staub mg/cbm
10′	1. Kleinfilter ~ 1 sehr nahe	3 Mann frühstücken nach dem Laden, es lag noch Haufwerk vor Ort.	3,2
5′	2. Großfilter Papier 551	1 Hammer auf Vorschubsäule bohrt Krzl. 3′45″ mit Schaum, 3 Mann laden gleichzeitig (ohne Schaum) 1 m v. Klg. 2 m v. Stoß.	34,84
5′	3. Kleinfilter ~ „1“ nahe	1 Hammer wie bei 1. m. Schaum 2′, 3 Mann laden und zerschlagen Haufwerk.	9,6
5′	4. Großfilter	3 Mann laden o. S., 1 Hammer bohrt mit Schaum wie bei 2 und 3. ½ m v. Wg. Staub vom Wg.	45,56
5′	5. Kleinfilter > „1“	1′30″ Hammer ohne Schaum. ½′ Pause 3′ laden 2 Mann.	16,–
5′	6. Großfilter	1 Hammer bohrt ohne Schaum, Zerschlagen von Haufwerk und Laden 3 Mann.	29,48
5′	7. Kleinfilter < „1“	30″ Pause, dann 3 Mann laden. 1 Hammer m. S. läuft 4′30″	16,–
5′	8. Großfilter	2′30″ Hammer bohrt ohne Schaum Mdn.	
5′	2 Hämmer bohren	1,5 m v. Bl. Spritzen von Staub fühlbar beim Ansetzen. 2′30″ Hammer mit Schaum.	128,64
5′	9. Kleinfilter ~ „1“	2 Hämmer m. S., ca. 1,75 m entfernt, Sohle 1 Mann lädt Haufwerk 2,5′.	19,2
5′	10. Großfilter	Zuerst 2 Hämmer m. S. ab 3. Min. 3 Hämmer. Ansetzen d. Bohrl. u. Bohren o. S. Probe in der Nähe des 3. Hammers.	112,56

Tabelle V

Versuchsserie I

Messungen: auf Westerholt am 29. 9. 32

3. Sohle, Schachtumtrieb, Sand.

Min. Saug-dauer	Filter	Arbeit	Staub mg / cbm
5′	1. Kleinfilter ~ „1"	1 Hammer bohrt Sohlenloch, 2 Mann laden. Durchgehende Wetterführung (Anfg. d. L.)	14,4
5′	2. Großfilter	1 Hammer wie bei 1. 1,5 m v. Bl.	2,68
5′	3. Kleinfilter ~ „1"	wie bei 1 und 2. Laden hört auf.	4,8
5′	4. Großfilter	etwa 1 m vom Bohrloch 1 Hammer läuft. 2 Mann laden an entfernter Stelle.	5,36

Carolus Magnus. 13. 10. IX. Sohle, westl. Richtstr., Schiefer. 2 Mann vor Ort.

5′	1. Kleinfilter ~ „1"	2 Mann laden m. schl. Schaumberieselung, Probenahme zw. Wagen und Stoß.	9,6
5′	2. Großfilter	wie 1. noch schlechter berieselt, Zerschlagen von Haufwerk.	75,04
5′20″	3. Kleinfilter ~ „1"	2 Mann laden und lesen Steine zum Verpacken der Stöße aus.	12,00
5′	4. Großfilter	Beräumen des Stoßes für das Setzen des Stempels rechts, am lk. Stoß lädt ein Mann.	72,36

Concordia am 5. 10. VI. Sohle Sumpfquerschlag, 3 Mann vor Ort.

10′	1. Kleinfilter „2—3"	3 Mann laden etwa 2 m entfernt. Sohle naß. Stein trocken, Schiefer	14,40
10′	2. Großfilter	2 Mann laden wie bei 1. Proben 1 m v. Wg. 1 Hammer bohrt und zwar 2′30″ m. S. Anfg. Aussetzen des Hammers, Staub bei Anfg.	40,2
10′	3. Kleinfilter „2—3"	2 Mann laden (3 m entfernt) 1 Hammer bohrt m. S. 4′. In der 5.′Besetzen der Bohrl.	16,—

Tabelle VI

Versuchsserie I

Messungen auf Sälzer Neuack

am 18. 10. 32 – 10. Sohle, III. Aufbruch Norden, Füllorte
Sand und Sandschiefer, 3 Mann vor Ort.

Min. Saugdauer	Filter	Arbeit	Staub mg/cbm
5′	1. Kleinfilter 7–8	2 Hammer bohren trocken Kranzlöcher, der dritte hatte eben aufgehört	115,20
5′	2. Großfilter	3 Hämmer während 3′ 2 Hämmer während 1′20″ 1 Hammer bis zum Schluß	262,62
5′	4. Kleinfilter 2–3	1 Hammer bohrt 2 Mann ziehen Bohrer heraus	67,2
5′	3. Großfilter	2 Hämmer bohren, Probenahme nahe dem Stoß (Mdn.)	166,16
5′	5. Großfilter	1 Hammer bohrte	45,56

Neben der Großfiltermethode kann eine Kleinfiltermethode (s. Abb. III) verwendet werden. Der Unterschied besteht in einer anderen Bauart der Filtervorrichtung, in der Farbe des Filterpapieres (weiß), der Größe der Ansaugfläche und in der durchgesaugten Literzahl pro Minute. Diese letztere Methode ist in erster Linie gedacht für die Schnellbestimmung des Luftstaubes. Man legt das bestaubte Filterpapier, das in einer Filterpatrone (s. Abb. IV) eingeklemmt ist, in den Halbschattenapparat (Jötten u. Sartorius (s. Abb. V) und dreht die Verleichsskala so lange, bis die beiden Farbtöne übereinstimmen. Die gefundene Einstellung entspricht einer gewissen Menge Staub pro cbm. Da das Kleinfilter in einem bestimmten Verhältnis zum Großfilter steht, so liegt die Annahme nahe, daß auch die gefundene Staubmenge sich in einem gewissen Verhältnis zueinander befindet. Diese Vermutung hat sich leider nicht bestätigt, wie zahlreiche Versuche ergaben (s. Tabelle II—VI, Versuchsserie I). Ein Nebeneinander dieser beiden Methoden zu Vergleichszwecken ist nicht möglich. Die Forderung Jöttens, eine Standardapparatur mit

gleicher Filtergröße, Filterart und stets gleichbleibender Aspirationskraft zu benutzen, ist daher mehr als berechtigt.

Die bei den Versuchen unter Tage gemachten Erfahrungen führten zu einer wesentlichen Verbesserung der Apparatur, sodaß sie wohl allen Ansprüchen genügt. Bei der zweiten Versuchs-

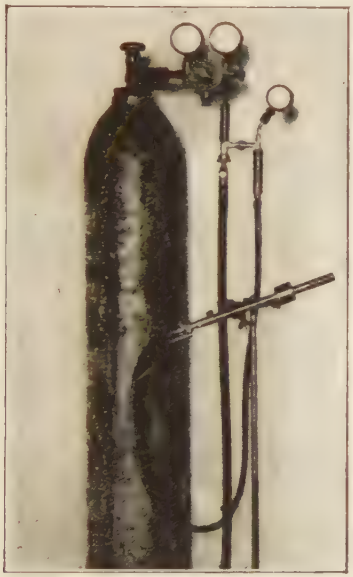

Abbildung III

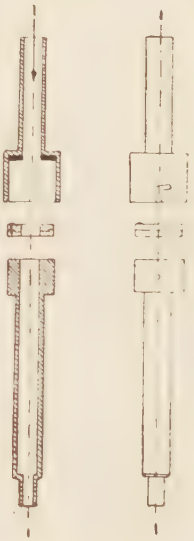

Abbildung IV

serie wurde nur die Großfiltermethode benutzt und zwar mit weißer Filtrierpapierscheibe (Schleicher und Schüll 590), um gleichzeitig eine quantitative Bestimmung im Halbschattenapparat zu ermöglichen. Bisher hatte man den Druck in der Preßluftleitung als konstant angenommen. Es zeigten sich aber geringe Schwankungen, die mittels des neu eingebauten Vacuummeters mit feinerer Unterteilung leicht nachzuweisen waren. Zur genauen Feststellung der Literzahl der durchgesogenen Luft diente das Flügelradanemometer (Rosemüller-Dresden). Mit dieser Apparatur (s. Abb. VI) ist es möglich, in einer Minute bis zu 40 l maximal durchzusaugen.

Der Gang der Staubbestimmung ist folgender: Zunächst wird der Apparat an die Druckluftleitung angeschlossen, die Wasserstrahlluftpumpe an den mit dem Ansaugstutzen verbundenen Schenkel durch einen am Ansatzstück des Gummi-

Abbildung V

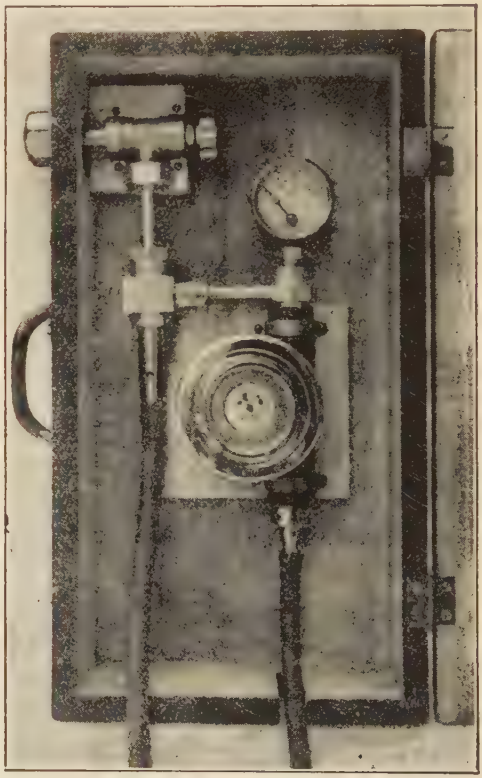

Abbildung VI

schlauches befindlichen Gashahn abgeschlossen und dann die Preßluft durchströmen gelassen. Durch die Einstellung des Reduzierventils ist man imstande, ein bestimmtes Vacuum zu erzeugen, daß am Vacuummeter abgelesen wird. Sodann setzt man eine mit einem Probefilter versehene Filterpatrone in den Filterkopf ein, dessen Ränder mittels Klemmschrauben zusammengepreßt werden, so daß ein Verschieben des Filterpapieres un-

möglich ist. Nach Ablesung des Anemometerstandes wird der Gashahn, der die Filtervorrichtung abschließt, geöffnet. Die Ansaugung beginnt, der Zeiger des Anemometer setzt sich in Bewegung und gleichzeitig zeigt das Vacuummeter den Unterdruck an. Bei der Berechnung der durchgesogenen Literzahl wird z. B. bei einer Staubprobenentnahme von 3 Min. Dauer die Differenz, die sich aus dem Anemometerstand vor und nach der Bestimmung ergibt, durch 3 dividiert. Das Ergebnis ist die Anzahl der Meter, die das Anemometer in 1 Min. durchlaufen hat. Multipliziert man die Meterzahl mit dem Eichungsfaktor des Apparates — in unserem Falle beträgt er 0,125 — so hat man die ungefähre Literzahl in der Minute. Da aber der Barometerstand (b = 810 mm Hg. unter Tage) und der Unterdruck (p) berücksichtigt werden müssen, so multipliziert man die ungefähre l/min. mit dem sog. Berichtigungsfaktor ($k = \frac{b-p}{b}$). Die so erhaltene Zahl ist die wirklich durchgesaugte Luftmenge in der Minute. Daß die Berechnung einfach ist, soll ein Beispiel aus der Praxis zeigen:

Ansaugdauer 3 Min.	Anemometerstand vorher	3976 m
	Anemometerstand nachher	4590 m
		614 m/3 M

Barometerstand (b)	810 Hg. S.
Vacuummeterstand (p)	190 mm Unterdruck
Eichungsfaktor	0,125
Berichtigungsfaktor	0,765

614 : 3 = 205 m/Min. × 0,125 = 25,62 ungef. l/Min.
25,6 l/Min. × 0,765 = **19,58 l/Min.**

Die Berechnung pro cbm Staubmenge geschieht nach der Formel:

$$\frac{\text{Abgewogene Staubmenge} \times (1000 : \text{l/Min.})}{\text{Saugdauer/Min.}}$$

$$\frac{4{,}9 \text{ mgr} \times (1000 : 19{,}58)}{3} = \underline{\underline{83{,}41 \text{ mg/cbm}}}$$

Tabelle VII

Versuchsserie II

Staubmessung am 3. April 1933 auf Zeche Bruchstraße

Ort: 6. Sohle, 1. westl. Abt., Querschlag nach Norden

Gestein: Sandschiefer

Belegung: 3 Mann.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg/cbm
1.	3	12,14	5,8	2 Mann laden bzw. räumen vor Ort auf. 1 Mann bohrt Hilfsfirste mit 1 Hammer auf Vorschubvorrichtung im trockenen Sandschiefer.	3–4′	159
2.	3	12,73	7,0	1 M. bohrt auf Vorsch.-Vorrichtung wie bei 1. 3 Leute verpacken die Firste ca. 5 m vom Stoß. Probenahme in deren Nähe.	3—4′	183,28
3.	3	19,58	4,9	1 Hammer wie bei 1 u. 2. 3 M. bauen aus wie bei 2.	3′–4	83,41
4.	3	18,61	2,2	1 Hammer wie vor, aber er bohrt durch wasserführende Kluft. Fast kein Staub aus dem Bohrloch. 3 M. bauen aus. Probenahme in deren Nähe.	1–2	39,40

Auf diese Weise wurden Staubmengen von 4 mg — 183 mg/cbm je nach der Arbeit mit und ohne Staubverhütungsmaßnahmen gefunden.

Das Ergebnis der Untersuchungen mit der neuen Apparatur zeigen die Zusammenstellungen in den Tabellen VII—XIV

der Versuchsserie II, die einmal erkennen lassen, daß trotz aller Entstaubungsversuche immer noch meßbare Mengen von Staub in der Luft vor Ort zurückbleiben und daß die Vergleiche zwischen gravimetrischer Filtermethode und Prüfung im Halbschattenapparat weitgehend parallel gehen. Es kann deshalb

Tabelle VIII

Versuchsserie II

Staubmessung am 8. April 1933 auf Zeche Ewald 3/4

Ort: Abteufen eines Wetterschachtes mit durchgehender Wetterführung
Gestein: Schiefer — Sandschiefer
Belegung: 6 Mann Schachtdurchmesser; 7 m.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg/cbm
1.	3	14,91	0,3	1'25" bohrt ein Mann mit Schaumbenutzung — Spülkopfverfahren —. Gleichzeitig wird in ca. 6 m Entfernung mit 1 Ha. wie vor gebohrt.	unter 1	6,7
2.	3	17,46	0,4	1'23" bohrt 1 Mann wie vor. Probenahme in d. Nähe. 1 Ha. läuft in ca. 4 m Entfernung.	unter 1	7,6
3.	3	17,69	0,4	1'40"bohrt 1 Mann wie vor. Probenahme in der Nähe. Auswechseln 1 Bohrers bei dem 2. Hammer.	unter 1	7,5
4.	3	22,20	0,6	Es wird teilweise mit 2 Hämmern gebohrt, die ca. 2½ m auseinanderstehen. Probenahme bei beiden Hämmern.	unter 1	9,0
5.	3	19,42	0,1	Während der Frühstückspause.	unter 1	1,7

Tabelle IX

Versuchsserie II

Staubmessung am 19. April 1933 auf Zeche Ewald 1/2

Ort: 800 m Sohle, westl. Abt., Querschlag nach Norden
Gestein: Sandschiefer
Belegung: 4 Mann.

Nr.	Min. Saugdauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn.-Staubm. mg/cbm
1.	3	15,25	0,8	Es wird mit 2 Hämmern unter Schaumbenutzg. gebohrt. Nach 2'30" wird 1 Ha. abgestellt, kleine Staubwolke vom Bohrloch her.	unter 1	17,48
2.	3	16,68	0,6	Es wird mit 2 Hämmern gebohrt wie vor, ca. ½ m vom Stoß. Probenahme in Mundhöhe (1,50 m).	unter 1	11 99
3.	3	16,26	0,4	2 Bohrhämmer wie vor, ca. 2 m vom Stoß. Probenahme in Mundhöhe (1,50 m).	unter 1	8,20
4.	3	15,87	0,4	2 Bohrhämmer wie vor, ca. 2,50 m vom Stoß, Probenahme wie vor.	unter 1	8,40
5.	3	16,83	0,8	2 Hämmer wie vor, ca. 1,50 m vom Stoß. Probenahme in Mundnähe (1,30 m). Kleine Staubwolke, als Bohrer aus dem Bohrloch gezogen wird.	unter 1	15,84
6.	3	18,77	0,8	2 Hämmer wie vor, ca. 1—½ m vom Stoß. Probenahme wie vor.	unter 1	14,21

unter Umständen von der gravimetrischen Filteruntersuchung abgesehen und nur eine aproximative Halbschattenbestimmung als ausreichend betrachtet werden. Auf diese Weise läßt sich eine erhebliche Beschleunigung der Staubbestimmung in der Zechenluft erreichen.

Tabelle X

Versuchsserie II

Staubmessung am 21. April 1933 auf Zeche Pörtingssiepen

Ort: 3. Sohle, 1 westl. Richtstrecke
Gestein: Sandstein
Belegung: 4 Mann

Probenahme ungefähr 20' nach dem Abtun von 10 Schüssen.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg/cbm
1.	3	16,71	0,4	3 u. z. T. 4 Mann laden mit Wasser berieseltes Haufwerk. Probenahme in Mundnähe und Nähe des Förderwagens.	unter 1	7,97
2.	3	19,63	0,4	4 M. laden flaches Haufwerk. Probenahme wie bei 1.	unter 1	6,79
3.	3	18,05	0,1	2 M. laden 45". 4 M. wechseln Wagen aus. 4 M. laden ungefähr 30".	unter 1	1,85
4.	3	19,42	0,2	4 M. laden halbhohes Haufwerk, mit Wasser berieselt. Probenahme am linken Stoß in Mundnähe.	unter 1	3,40
5.	3	18,26	0,1	4 M. laden wie bei 4.	unter 1	1,82

Tabelle XI — Versuchsserie II

Staubmessung am 28. April 1933
auf Zeche Fröhliche Morgensonne

Ort: 8. Sohle, westl. Richtstrecke, Querschlag nach Norden
Gestein: Schiefer — Sandschiefer
Belegung: 3 Mann.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg / cbm
1.	3	15,51	0,3	2 Mann bauen. 1 Mann macht mit Abbauhammer Bühnloch für Stempel. Probenahme in Mundnähe.	unter 1	6,45
2.	3	14,95	1,6	1 Mann bohrt Mittelloch im Schiefer ohne Staubschutz. 2 M. bauen am rechten Stoß 3 m zurück. Probenahme in Mundnähe des Bohrenden.	1—2″	35,70
3.	3	13,00	1,2	1 M. bohrt 2′30″ wie bei 2. 2 M. bauen am rechten Stoß. Probenahme wie vor.	1—2?	30,8
4.	3	15,94	1,7	1 M. Hilfsfirstloch. Nach einer Minute 30″ eine Pause bis 2′30″. 2 M. bauen wie bei 2 und 3. Probenahme wie vor.	1—2	35,5
5.	3	14,90	3,4	2 M. bohren Löcher in etwa 1.5 m Höhe. Nach 1′30″: 1 M. bohrt. Nach 2′30″: 2 M. bohren. Probenahme wie vor.	3—4	76,05
6.	3	16.66	9,9	2 M. bohren wie bei 5. Die ganze Dauer der Probenahme (in Mundnähe des am linken Stoß bohrenden Mannes).	4—5′	198,—

Tabelle XII

Versuchsserie II

Staubmessung am 29. April 1933
auf Zeche Fröhl. Morgensonne

Ort: 8. Sohle, östl. Richtstrecke
Gestein: Sehr harter Sand
Belegung: 3—4 Mann — Schlangenbohrer —.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch. Apparates	Berchn. Staubm. mg/cbm
1.	3	17,5	3,6	2 Mann bohren auf je einer Vorschubvorrichtung in die untere Hälfte Kranzlöcher. 2 M. bauen 7 m zurück (ohne Schaumanwendung).	3—4	68,57
2.	3	15,7	5,6	2 M. bohren Kranzlöcher ohne Staubschutzvorrichtungen wie bei 1. 3 M. bohren. 3. M. setzt Loch an. Probenahme in Mundnähe eines der mit Vorschubvorrichtung Bohrenden.	4—5	118,88
3.	3	17,7	2,2	2 M. bohren mit 3 Hämmern mit Vorschubvorrichtung. Kranzlöcher ohne Staubschutz.	2—3	41,43
4.	3	15,7	2,8	Wie bei 3.	3—4	59,44
5.	3	14,0	4,2	2, z. T. 3 M. bohren mit Vorschubvorrichtung ohne Staubschutz.	4—5	99,98
6.	3	16,8	2,0	2'30": 2 M. bohren. Ab 2'30": 1 M. bohrt wie vorher. Probenahme bei dem Letzteren.	2—1?	39,68

Tabelle XIII

Versuchsserie II

Staubmessung am 2. Mai 1933 auf Zeche Fröhl. Morgensonne
Ort: 8. Sohle, östl. Richtstrecke Gestein: Sehr harter Sand
Belegung: 3–4 Mann — Schlangenbohrer — ca. 12 qm ausgeschossen.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgew. Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg/cbm
1.	3	15,25	0,2	2 Mann beginnen auf 2 Vorschubsäulen ohne Schaumanwendung Einbruchslöcher zu bohren. 2 M. bauen etwa 8 m zurück.	unter 1	4,3
2.	3	15,25	2,2	2 M. bohren dieselben Einbruchslöcher wie bei 1. Die 8 m zurück bauenden 2 Mann können unerwähnt bleiben, da das Gestein naß ist.	2–1?	48,03
3.	3	16,50	2,2	2 M. bohren Einbruchslöcher 2'. 3': 1 M. bohrt wie vorher.	2–1?	44,48
4.	3	14,80	2,8	3 M. bohren. 2 davon Einbruchslöcher wie vorher. 1 Sohlenloch am re. Stoß 1,8 m zurück.	3–2	63,07
5.	3	19,70	1,8	Bis 2'30': 2 Hämmer bohren Einbruchslöcher mit Voschubvorrichtungen und Schaumbenutzung. 1 M bohrt Sohlenloch mit teilw. Schaumanwendung. Von 2'30" ab bohrt nur der Mann am Sohlenloch. Probenahme in Mundnähe dieses Mannes. Es ist zu bemerken, daß bis wenige Minuten vor Probenahme ohne Schaum gebohrt wurde.	unter 1	30,45
6.	3	15,70	3,2	3 M. bohren 3'. 2 M. mit Vorschubvorrichtung Einbruchslöcher 1 Sohlenloch wie bei 5 m. Schaumanwendung. Probenahme in Mundnähe des das Sohlenloch bohrenden Mannes.	2–1?	67,94

Tabelle XIV

Versuchsserie II

Staubmessung am 5. Mai 1933 auf Zeche Ewald 3/4 und 1/2

A. Schacht 3/4

Ort: Abteufen eines Wetterschachtes ohne durchgehende Wetterführung
Gestein: Sandschiefer — Schiefer
Belegung: 6 Mann.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg/cbm
1.	3	19,85	0,2	2 Mann bohren m. 1 Ha. unter Schaumanwendung (Spülkopf).	unter 1	3,35
2.	3	16,90	0,3	Es wird mit 2 bzw. 1 Hammer gebohrt wie vor.	unter 1	5,92

B. Schacht 1/2

Ort: 800 m Sohle, westl. Abtl., Querschlag nach Norden
Gestein: Sandschiefer
Belegung: 4 Mann.

Nr.	Min. Saug-Dauer	Minutl. gesaugte L-Zahl	Abgewogene Staubm. mg	Arbeit	Staubstufe d. Halbsch.-Apparates	Berechn. Staubm. mg/cbm
3	3	21,00	1,0	2 Mann bohren unter Schaumbenutzung Kranzlöcher. Ca. 4 m Abstand.	unter 1	15,88
4.	3	17,85	0,6	2 M. bohren. Nach 1½' setzt ein Hammer aus Der 2. Hammer bohrt bis zum Schluß der Probenahme.	unter 1	11,20
5	3	18,76	1,2	2'20": 2 M. bohren mit Schaum. 2'55': 1. M. bohrt mit Schaum.	unter 1	21,32
6.	3	20,35	2,2	2 M. bohren während der ganzen Probenahme 1 M. räumt vor Ort auf.	1 (?)	35,93

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die vorerwähnte Staubbestimmungsapparatur sich in zahlreichen Versuchen im Untertagebetrieb der verschiedenen Zechen des Ruhrkohlenbezirks durchaus bewährt hat. Sie zeichnet sich vor allen angegebenen Apparaturen dadurch aus, daß sie eine große Staubmenge verarbeitet bei gleicher Filtergröße, Filterart und gleichbleibender bzw. kontrollierbarer Aspirationskraft. Allerdings konnte in einzelnen Fällen beobachtet werden, daß Schwankungen in der Druckluftleitung der Zechen unter Tage auftraten. Diese wirkten sich unter Umständen auch auf die Saugwirkung der Apparatur aus, sodaß bei zu geringer atü-Zahl der Druckluft nicht immer die erforderliche Menge Staubluft angesogen wurde. Es mußte deshalb noch eine weitere Sicherung der Staubapparatur durch Zwischenschaltung eines Reduzierventils für 3 atü vorgenommen werden, was in der Zwischenzeit erfolgt ist (s. Jötten u. Grube), sodaß ein absolut einwandfreies Arbeiten der Standardapparatur gesichert ist.

Für die freundliche Anregung zu dieser Arbeit möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. K. W. Jötten meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Den Herren Bergassessoren O. Leidenroth und J. Ziervogel danke ich ebenfalls für die wertvollen Hinweise während der Arbeit.

Literaturverzeichnis.

Heymann, Br.: Die Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Staubes in der Atemluft. Zentralblatt f. d. ges. Hygiene, Bd. 24 Heft 1/2.

Hirsch, Jul.: Zur Methodik der Rußbestimmung. Berlin: Julius Springer 1929, Zeitschrift für Hygiene u. Infektionskrankheiten. Bd. 110, Heft 2, S. 400.

Jötten, K. W.: Staublunge und Staublungentuberkulose. Berlin: Julius Springer 1929. Beihefte zum Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung. Heft 15, S. 22.

Jötten-Sartorius: Eine neue Staubbestimmungsapparatur. Berlin: Julius Springer 1930. Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung. Jahrgang 17, Neue Folge Bd. 7, S. 312.

Jötten-Grube: Über eine neue Methode zur Bestimmung kleiner Staubmengen und zum Nachweis des Wirkungsgrades von Entstaubungsanlagen. München-Berlin: R. Oldenbourg 1933, Archiv für Hygiene und Bakteriologie, Bd. 111, Heft 2, S. 63.

Lebenslauf.

Am 2. April 1902 wurde ich zu Linden/Ruhr geboren als Sohn des Stadtinspektors August Horstmann und seiner Ehefrau Emilie, geb. Scheidt. Nach sechsjährigem Besuch des humanistischen Gymnasiums zu Bochum absolvierte ich das Staatl. Lehrerseminar zu Hattingen/Ruhr. Danach war ich mehrere Jahre in der Verwaltung und im Berufsschuldienst tätig. Am 22. März 1928 erwarb ich mir als Externer vor dem Prüfungsausschuß des Provinzialschulkollegiums zu Münster das Reifezeugnis eines Gymnasiums. Dem Studium der Medizin widmete ich mich an den Universitäten Frankfurt a. M. und Münster. Im Sommer 1930 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Das Staatsexamen legte ich im W.-S. 1933/34 ab.